



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11110802 A**

(43) Date of publication of application: 23 . 04 . 99

(51) Int. Cl.

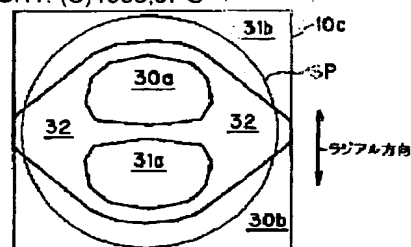
**G11B 7/135**(21) Application number: **09271801**(22) Date of filing: **03 . 10 . 97**(71) Applicant: **PIONEER ELECTRON CORP**(72) Inventor: **OGASAWARA MASAKAZU  
OTAKI MASARU****(54) ABERRATION CORRECTING DEVICE AND  
INFORMATION REPRODUCING DEVICE****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an aberration correcting device, which can be miniaturized with simple constitution, and simultaneously, is capable of effectively correcting wave front aberration due to the inclination of an optical axis, and an information reproducing device equipped with the aberration correcting device.

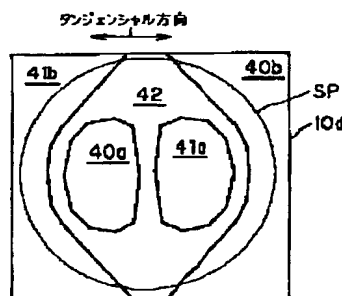
**SOLUTION:** A transparent electrodes 10c and 10d, which are divided into pattern electrodes 30a, 30b, 31a, 31b and 32, and 40a, 40b, 41a, 41b and 42 each having a shape corresponding to the distribution of the wave front aberration, are formed respectively on both sides of liquid crystal which can give the phase difference to passing light beams in accordance with the molecular direction thereof. The polarity and value of the voltage applied to each pattern electrode is controlled corresponding to the detected tilt angle in the tangential and radial directions and the phase difference of the light beams passing for every region of the liquid crystal classified by each pattern electrode are changed to offset the generated wave front aberration. At this time, the voltage is applied by reversing the polarity of the voltage so that the

required potential difference is applied to an liquid crystal element.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(a)



(b)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-110802

(43)公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平9-271801

(22)出願日 平成9年(1997)10月3日

(71)出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72)発明者 小笠原 昌和

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(72)発明者 大滝 賢

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(74)代理人 弁理士 石川 泰男

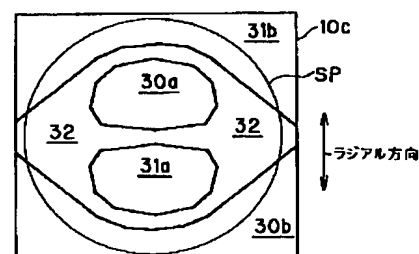
(54)【発明の名称】 収差補正装置及び情報再生装置

(57)【要約】

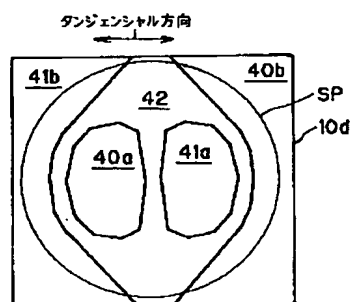
【課題】 簡易な構成で小型化が可能であると共に、光軸の傾斜による波面収差を効果的に補正しうる収差補正装置及び当該収差補正装置を備えた情報再生装置を提供する。

【解決手段】 通過する光ビームに対して、その分子方向により位相差を与えることが可能な液晶の両面に、夫々が波面収差の分布に対応した形状のパターン電極30a、30b、31a、31b及び32並びに40a、40b、41a、41b及び42に分割された透明電極10c及び10dを夫々形成し、検出されたタンジェンシャル方向又はラジアル方向のチルト角に対応して各パターン電極に印加する電圧の極性及び電圧値を制御し、各パターン電極により区分される液晶の領域毎に通過する光ビームの位相差を変えて、生じている波面収差を相殺する。このとき、必要な電位差が液晶素子に印加されるように、電圧の極性を反転させて印加する。

第1実施形態の透明電極の構成を示す平面図



(a)



(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームを出射する光源と当該光ビームを記録媒体上に集光する対物レンズの間に配置され、前記光ビームに位相差を与えることにより前記光ビームの波面収差を補正する補正手段と、  
前記記録媒体が第 1 の方向に傾斜することにより発生する前記波面収差である第 1 波面収差を補正するために、前記補正手段における前記光ビームが通過する一の面に形成された第 1 電極と、  
前記記録媒体が前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に傾斜することにより発生する前記波面収差である第 2 波面収差を補正するために、前記補正手段における前記光ビームが通過する他の面に形成された第 2 電極と、  
前記光ビームに前記位相差を与えて前記第 1 波面収差と前記第 2 波面収差を補正するべく、前記第 2 電極に対して第 2 電圧を印加すると共に、前記第 1 電極に対して第 1 電圧を印加する電圧印加手段と、  
を備えることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の収差補正装置において、  
前記電圧印加手段は、前記第 1 電極と前記第 2 電極により前記補正手段に与えられる電位差により前記光ビームに与えられる前記位相差が、前記第 1 の波面収差を補正するために必要な位相差と前記第 2 波面収差を補正するために必要な位相差との和となるように前記第 1 電圧及び前記第 2 電圧を印加することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の収差補正装置において、  
前記電圧印加手段は、  
前記第 1 波面収差を補正する前記位相差を前記光ビームに与えるべく前記補正手段を駆動するための第 1 駆動信号を生成する第 1 算出手段と、  
前記第 2 波面収差を補正する前記位相差を前記光ビームに与えるべく前記補正手段を駆動するための第 2 駆動信号を生成する第 2 算出手段と、  
前記第 1 駆動信号を前記第 1 電圧として前記第 1 電極に印加する第 1 印加手段と、  
前記第 2 駆動信号を前記第 2 電圧として前記第 2 電極に印加する第 2 印加手段と、  
を備えることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の収差補正装置において、  
前記第 1 駆動信号及び前記第 2 駆動信号はパルス信号であると共に、  
前記第 2 印加手段は、前記光ビームに予め設定された所定位相差を与えるときの前記第 1 駆動信号を基準として、前記第 2 駆動信号により前記光ビームに前記所定位相差より大きい前記位相差を与えるとき、前記第 1 駆動信号の位相と前記第 2 駆動信号の位相とを逆相とした当

該第 2 駆動信号を前記第 2 電圧として印加すると共に、  
前記第 2 駆動信号により前記光ビームに前記所定位相差よりも小さい前記位相差を与え、前記第 1 駆動信号の位相と前記第 2 駆動信号の位相とを同相とした当該第 2 駆動信号を前記第 2 電圧として印加することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の収差補正装置において、  
前記記録媒体と前記光ビームの光軸とのなす角度を検出し、検出信号を出力する検出手段を更に備え、  
前記電圧印加手段は、前記検出信号に基づいて、前記位相差を前記光ビームに与えるように前記補正手段を駆動すべく、前記第 1 電圧及び前記第 2 電圧を印加することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の収差補正装置において、  
前記記録媒体は、ディスク状記録媒体であると共に、  
前記第 1 の方向は、当該ディスク状記録媒体におけるラジアル方向又はタンジェンシャル方向のうち、いずれか一方であり、前記第 2 の方向は、前記ラジアル方向又は前記タンジェンシャル方向のうち、いずれか他方であることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の収差補正装置において、  
前記第 1 電圧又は前記第 2 電圧のうちいずれか一方が前記記録媒体の前記ラジアル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために前記補正手段に印加される電圧であり、  
前記第 1 電圧又は前記第 2 電圧のうちいずれか他方が前記記録媒体の前記タンジェンシャル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために前記補正手段に印加される電圧であることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の収差補正装置において、  
前記補正手段は、前記第 1 電圧及び前記第 2 電圧が印加されることにより屈折率を変化させて透過する前記光ビームに前記位相差を与え、夫々の方向の傾斜により発生する各前記波面収差を補正する液晶であることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の収差補正装置と、  
前記光源と、  
前記対物レンズと、  
前記収差補正装置を通過し、前記記録媒体に照射された前記光ビームの当該記録媒体からの反射光を受光し、受光信号を出力する受光手段と、  
前記受光信号に基づいて前記記録情報を再生する再生手段と、  
を備えることを特徴とする情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術的分野】本発明は、レーザ光等の光ビームを記録媒体に照射して当該記録媒体上の記録情報を再生する再生装置、又は当該光ビームを用いて記録媒体上に記録情報を記録する記録装置において、当該光ビームの光軸が記録媒体の情報記録面に対して傾くことにより当該情報記録面上に生じる波面収差（主としてコマ収差）を光学的に補正する収差補正装置の技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、上記波面収差を補正する収差補正装置として、液晶の両面に電極を配置した構成を有する収差補正装置が一般に知られている。この液晶を用いた収差補正装置は、液晶においては、加えられる電位差に応じて液晶分子の配向性が変化することを利用して、当該液晶を透過する光ビームの屈折率を変化させて上記光軸の傾きに起因する波面収差を補正するものである。すなわち、液晶の部分毎に与える電位差を変化させ、光ビームに対する屈折率を変化させることにより、当該光ビームの光路長を液晶の部分毎に異ならせ（すなわち、部分毎に異なる位相差を与え）、これにより情報記録面までの光路長を変化させて光軸の傾きを打ち消すのである。

【0003】ここで、上記光軸の傾きによる波面収差には、記録媒体がディスク状の記録媒体である場合、そのラジアル方向に光軸が傾くことにより生じる波面収差と、そのタンジェンシャル方向に光軸が傾くことにより生じる波面収差があり、これらを共に補正する必要がある。

【0004】そこで、従来の液晶を用いた収差補正装置の構成としては、ディスク状記録媒体に対応したものの場合、ラジアル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正するための電極形状を備えた液晶素子とタンジェンシャル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正するための電極形状を備えた液晶素子とを二つ重ねた構成とするのが一般的であった。

【0005】ところで、上記液晶素子を含む光ピックアップを小型・軽量化するためには、上記収差補正装置自体も小型化することが必要であり、そのためには、上記液晶素子についてもその数を一つにするのが好ましい。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一つの液晶の両面にラジアル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正するための電極とタンジェンシャル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正するための電極を備えた収差補正装置を考えた場合、従来の収差補正装置と同様の構成で夫々の電極に対して電圧を印加すると、相互の電極に印加した電圧によって液晶に印加すべき電位差が相殺されてしまい、夫々の方向の波面収差を補正するのに十分な位相差を光ビームに与えることができない

場合があるという問題点があった。

【0007】そこで、本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたもので、その課題は、簡易な構成で小型化が可能であると共に、光軸の傾斜による波面収差を効果的に補正しうる収差補正装置及び当該収差補正装置を備えた情報再生装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、レーザ光等の光ビームを出射する光源と当該光ビームを記録媒体上に集光する対物レンズの間に配置され、前記光ビームに位相差を与えることにより前記光ビームの波面収差を補正する液晶等の補正手段と、前記記録媒体が第1の方向に傾斜することにより発生する前記波面収差である第1波面収差を補正するために、前記補正手段における前記光ビームが通過する一の面に形成された透明電極等の第1電極と、前記記録媒体が前記第1の方向と異なる第2の方向に傾斜することにより発生する前記波面収差である第2波面収差を補正するために、前記補正手段における前記光ビームが通過する他の面に形成された透明電極等の第2電極と、前記光ビームに前記位相差を与えて前記第1波面収差と前記第2波面収差を補正するべく、前記第2電極に対して第2電圧を印加すると共に、前記第1電極に対して第1電圧を印加する再生制御部等の電圧印加手段と、を備える。

【0009】請求項1に記載の発明の作用によれば、補正手段は、光源と対物レンズの間に配置され、光ビームに位相差を与えることにより光ビームの波面収差を補正する。

【0010】このとき、第1電極は、第1波面収差を補正するために、補正手段における光ビームが通過する一の面に形成されている。

【0011】また、第2電極は、第2波面収差を補正するために、補正手段における光ビームが通過する他の面に形成されている。

【0012】そして、電圧印加手段は、光ビームに位相差を与えて第1波面収差と第2波面収差を補正するべく、第2電極に対して第2電圧を印加すると共に、第1電極に対して第1電圧を印加する。

【0013】よって、第1波面収差と第2波面収差とを一の補正手段で補正できるので、一の補正手段を備えた小型且つ簡易な構成の収差補正装置により二つの独立した波面収差を補正することができる。

【0014】上記の課題を解決するために、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の収差補正装置において、前記電圧印加手段は、前記第1電極と前記第2電極により前記補正手段に与えられる電位差により前記光ビームに与えられる前記位相差が、前記第1の波面収差を補正するために必要な位相差と前記第2波面収差を補正するために必要な位相差との和となるように前記第1電

圧及び前記第2電圧を印加するように構成される。

【0015】請求項2に記載の発明の作用によれば、請求項1に記載の発明の作用に加えて、電圧印加手段は、第1電極と第2電極により補正手段に与えられる電位差により光ビームに与えられる位相差が、第1の波面収差を補正するために必要な位相差と第2波面収差を補正するために必要な位相差との和となるように第1電圧及び第2電圧を印加する。

【0016】よって、光ビームに対して必要な位相差を与えるだけの電位差を補正手段に与えることができる。

【0017】上記の課題を解決するために、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の収差補正装置において、前記電圧印加手段は、前記第1波面収差を補正する前記位相差を前記光ビームに与えるべく前記補正手段を駆動するための第1駆動信号を生成するCPU等の第1算出手段と、前記第2波面収差を補正する前記位相差を前記光ビームに与えるべく前記補正手段を駆動するための第2駆動信号を生成するCPU等の第2算出手段と、前記第1駆動信号を前記第1電圧として前記第1電極に印加するPWM回路等の第1印加手段と、前記第2駆動信号を前記第2電圧として前記第2電極に印加するPWM回路等の第2印加手段と、を備える。

【0018】請求項3に記載の発明の作用によれば、請求項1又は2に記載の発明の作用に加えて、電圧印加手段に含まれる第1算出手段は、第1波面収差を補正する位相差を光ビームに与えるべく補正手段を駆動するための第1駆動信号を生成する。

【0019】一方、第2算出手段は、第2波面収差を補正する位相差を光ビームに与えるべく補正手段を駆動するための第2駆動信号を生成する。

【0020】そして、第1印加手段は、第1駆動信号を第1電圧として第1電極に印加する。

【0021】また、第2印加手段は、第2駆動信号を第2電圧として第2電極に印加する。

【0022】よって、光ビームに対して必要な位相差を与えるだけの電位差を効果的に補正手段に与えることができる。

【0023】上記の課題を解決するために、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の収差補正装置において、前記第1駆動信号及び前記第2駆動信号はパルス信号であると共に、前記第2印加手段は、前記光ビームに予め設定された所定位相差を与えるときの前記第1駆動信号を基準として、前記第2駆動信号により前記光ビームに前記所定位相差より大きい前記位相差を与えるとき、前記第1駆動信号の位相と前記第2駆動信号の位相とを逆相とした当該第2駆動信号を前記第2電圧として印加すると共に、前記第2駆動信号により前記光ビームに前記所定位相差よりも小さい前記位相差を与えるとき、前記第1駆動信号の位相と前記第2駆動信号の位相とを同相とした当該第2駆動信号を前記第2電圧として

印加するように構成される。

【0024】請求項4に記載の発明の作用によれば、請求項3に記載の発明の作用に加えて、第1駆動信号及び第2駆動信号はパルス信号であると共に、第2印加手段は、光ビームに所定位相差を与えるときの第1駆動信号を基準として、第2駆動信号により光ビームに所定位相差より大きい位相差を与えるとき、第1駆動信号の位相と第2駆動信号の位相とを逆相とした当該第2駆動信号を第2電圧として印加すると共に、第2駆動信号により光ビームに所定位相差よりも小さい位相差を与えるとき、第1駆動信号の位相と第2駆動信号の位相とを同相とした当該第2駆動信号を第2電圧として印加する。

【0025】よって、第1駆動信号及び第2駆動信号がパルス信号であっても、光ビームに対して必要な位相差を与えるだけの電位差を補正手段に与えることができる。

【0026】上記の課題を解決するために、請求項5に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の収差補正装置において、前記記録媒体と前記光ビームの光軸とのなす角度を検出し、検出信号を出力するチルトセンサ等の検出手段を更に備え、前記電圧印加手段は、前記検出信号に基づいて、前記位相差を前記光ビームに与えるように前記補正手段を駆動すべく、前記第1電圧及び前記第2電圧を印加するように構成される。

【0027】請求項5に記載の発明の作用によれば、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、検出手段は、記録媒体と光ビームの光軸とのなす角度を検出し、検出信号を出力する。

【0028】そして、電圧印加手段は、検出信号に基づいて、位相差を光ビームに与えるように補正手段を駆動すべく、第1電圧及び第2電圧を印加する。

【0029】よって、光ビームと記録媒体のなす角度の変化によって発生する波面収差を効果的に補正することができる。

【0030】上記の課題を解決するために、請求項6に記載の発明は、請求項1から5のいずれか一項に記載の収差補正装置において、前記記録媒体は、光ディスク等のディスク状記録媒体であると共に、前記第1の方向は、当該ディスク状記録媒体におけるラジアル方向又はタンジェンシャル方向のうち、いずれか一方であり、前記第2の方向は、前記ラジアル方向又は前記タンジェンシャル方向のうち、いずれか他方であるように構成される。

【0031】請求項6に記載の発明の作用によれば、請求項1から5のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、記録媒体はディスク状記録媒体であると共に、第1の方向はラジアル方向又はタンジェンシャル方向のうちいずれか一方であり、第2の方向はラジアル方向又は前記タンジェンシャル方向のうちいずれか他方であるので、ディスク状記録媒体のラジアル方向の傾斜に起因す

る波面収差とタンジェンシャル方向の傾斜に起因する波面収差とを同時に補正することができる。

【0032】上記の課題を解決するために、請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の収差補正装置において、前記第1電圧又は前記第2電圧のうちいずれか一方が前記記録媒体の前記ラジアル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために前記補正手段に印加される電圧であり、前記第1電圧又は前記第2電圧のうちいずれか他方が前記記録媒体の前記タンジェンシャル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために前記補正手段に印加される電圧であるように構成される。

【0033】請求項7に記載の発明の作用によれば、請求項6に記載の発明の作用に加えて、第1電圧又は第2電圧のうちいずれか一方が記録媒体のラジアル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために補正手段に印加される電圧であり、第1電圧又は第2電圧のうちいずれか他方が記録媒体のタンジェンシャル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために補正手段に印加される電圧であるので、夫々の方向の波面収差を効果的に補正するように電圧を印加することができる。

【0034】上記の課題を解決するために、請求項8に記載の発明は、請求項1から7のいずれか一項に記載の収差補正装置において、前記補正手段は、前記第1電圧及び前記第2電圧が印加されることにより屈折率を変化させて透過する前記光ビームに前記位相差を与え、夫々の方向の傾斜により発生する各前記波面収差を補正する液晶であるように構成される。

【0035】請求項8に記載の発明の作用によれば、請求項1から7のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、補正手段としての液晶は、第1電圧及び第2電圧が印加されることにより屈折率を変化させて透過する光ビームに位相差を与え、夫々の方向の傾斜により発生する各波面収差を補正する。

【0036】よって、簡潔な方法で第1波面収差及び第2波面収差を補正することができる。

【0037】上記の課題を解決するために、請求項9に記載の発明は、請求項1から8のいずれか一項に記載の収差補正装置と、レーザダイオード等の前記光源と、前記対物レンズと、前記収差補正装置を通過し、前記記録媒体に照射された前記光ビームの当該記録媒体からの反射光を受光し、受光信号を出力する受光器等の受光手段と、前記受光信号に基づいて前記記録情報を再生する復調部等の再生手段と、を備える。

【0038】請求項9に記載の発明の作用によれば、請求項1から8のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、光源は光ビームを出射する。

【0039】また、対物レンズは光ビームを記録媒体上に集光する。

【0040】そして、受光手段は、収差補正装置を通過して記録媒体に照射された光ビームの当該記録媒体から

の反射光を受光し、受光信号を出力する。

【0041】その後、再生手段は、受光信号に基づいて記録情報を再生する。

【0042】よって、収差補正装置により波面収差が補正された光ビームを用いて記録情報が再生されるので、正確に記録情報を再生することができる。

【0043】

【発明の実施の形態】次に、本発明に好適な実施の形態について、図面に基づいて説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、記録情報が記録されている記録媒体及びディスク状記録媒体としての光ディスクから当該記録情報を読み出す際に、当該光ディスクと光ビームの光軸とのなす角の変化（光ディスク自体の反りや外部からの振動又は回転による光ディスクの振動に起因する傾き）により発生する波面収差を補正しつつ読み出す情報再生装置に対して本発明を適用した場合の実施の形態である。

【0044】（I）第1実施形態

始めに、本発明に係る第1の実施形態について、図1乃至図7を用いて説明する。なお、以下に説明する第1実施形態は、光ディスクのラジアル方向に発生する波面収差又はタンジェンシャル方向に発生する波面収差のいずれか一方のみを補正する場合の実施の形態である。

【0045】先ず、第1実施形態の情報再生装置の全体構成について、図1を用いて説明する。

【0046】図1に示すように、第1実施形態の情報再生装置Sは、光ディスク5を所定回転数で回転させるスピンドルモータ14と、発生する波面収差を補正しつつ光ビームBを光ディスク5に照射し、その反射光に基づいて光ディスク5上の記録情報に対応する検出信号Srを出力する光ピックアップ13と、光ピックアップ13内に含まれる後述の液晶パネルを駆動することにより上記波面収差を補正すると共に検出信号Srに基づいて記録情報を再生し再生信号Sdとして出力する電圧印加手段及び再生手段としての再生制御部20とを備えて構成されている。

【0047】また、光ピックアップ13は、光源としてのレーザダイオード1と、ハーフミラー2と、対物レンズ4と、集光レンズ6と、受光手段として受光器7と、本発明に係る液晶としての液晶パネル10と、光ビームBが照射される光ディスク5上の領域のラジアル方向の傾き角（以下、ラジアル方向のチルト角という。）を検出する検出手段としてのラジアル方向チルトセンサ11と、光ビームBが照射される光ディスク5上の領域のタンジェンシャル方向の傾き角（以下、タンジェンシャル方向のチルト角という。）を検出する検出手段としてのタンジェンシャル方向チルトセンサ12と、により構成されている。

【0048】一方、再生制御部20は、第1算出手段及び第2算出手段としてのCPU21と、A/D変換器2

2及び25と、第1印加手段としてのPWM (Pulse Width Modulation; パルス幅変調) 回路23及び第2印加手段としてのPWM回路26と、増幅器24及び27と、により構成されている。

【0049】次に、全体動作を説明する。

【0050】光ディスク5は、スピンドルモータ14により所定の回転数にて回転駆動されている。

【0051】この時、レーザダイオード1から出射された光ビームBはハーフミラー2で一部が反射され、液晶パネル10に入射する。そして、当該液晶パネル10を透過する際に波面収差が補正され、その後、対物レンズ4によって光ディスク5の情報記録面に集光される。

【0052】次に、光ディスク5の情報記録面において反射された光ビームBは、再び対物レンズ4及び液晶パネル10を通過して、ハーフミラー2を透過し、集光レンズ6を介して受光器7上に集光される。そして、受光器7において受光された光ビームBの反射光は、当該受光器7において電気信号である検出信号Srに変換され、CPU21に供給される。その後、当該CPU21において所定の復調処理等が施され、光ディスク5に記録されていた記録情報に対応する再生信号Sdとして図示しない再生回路に出力される。

【0053】上述した動作と並行して、光ディスク5におけるラジアル方向のチルト角は、ラジアル方向チルトセンサ11により検出され、アナログ信号であるチルト検出信号Sp1として出力される。そして、当該チルト検出信号Sp1はA/D変換器25においてデジタル化され、CPU21に入力される。

【0054】これに対し、光ディスク5におけるタンジェンシャル方向のチルト角は、タンジェンシャル方向チルトセンサ12により検出され、アナログ信号であるチルト検出信号Sp2として出力される。そして、当該チルト検出信号Sp2はA/D変換器22においてデジタル化され、CPU21に入力される。

【0055】ここで、ラジアル方向チルトセンサ11及びタンジェンシャル方向チルトセンサ12は同一の構造を有する光センサであり、1つの発光部と2つの受光部を有している。そして、光ディスク5のラジアル方向のチルト角を検出するように配置されたものがラジアル方向チルトセンサ11であり、そのタンジェンシャル方向のチルト角を検出するように配置されたものがタンジェンシャル方向チルトセンサ12である。

【0056】次に、CPU21は、入力されたチルト検出信号Sp1に基づいて、後述の波形を有する駆動信号Sdv1を生成し、PWM回路23においてPWM変調を施した後増幅器24において増幅し、液晶パネル10における後述のパターン電極に出力する。

【0057】同時に、CPU21は、入力されたチルト検出信号Sp2に基づいて、後述の波形を有する駆動信号Sdv2を生成し、PWM回路26においてPWM変調を

施した後増幅器27において増幅し、液晶パネル10における後述のパターン電極に出力する。

【0058】CPU21の動作についてより具体的には、当該CPU21は、A/D変換器22又は25から出力されたチルト検出信号Sp1又はSp2に基づいて、液晶パネル10の後述する各パターン電極毎のラジアル方向又はタンジェンシャル方向の収差補正量（すなわち、ラジアル方向又はタンジェンシャル方向のチルト角により生じる波面収差を打ち消すために液晶パネル10を通過する光ビームBに与えるべき位相差）を算出する。この時、CPU21は、予め図示しないROM (Read Only Memory) 等に記憶されている収差補正量を示す補正量データを用いてチルト検出信号Sp1又はSp2の値に応じた収差補正量を算出する。そして、当該収差補正量を示す駆動信号Sdv1又はSdv2がPWM回路23又は26に供給される。

【0059】その後、PWM回路23又は26において、駆動信号Sdv1又はSdv2に対してパルス幅の変換が施される。そして、パルス幅が変換された駆動信号Sdv1又はSdv2は増幅器24又は27において所定の増幅率で増幅された後、液晶パネル10の各パターン電極に出力される。

【0060】そして、各パターン電極に出力された駆動信号Sdv1又はSdv2に応じて液晶パネル10を駆動してその屈折率を制御し、当該液晶パネル10を通過する光ビームBに対して位相差を与えることでラジアル方向又はタンジェンシャル方向の波面収差を補正することとなる。

【0061】次に、本発明の液晶パネル10の構成及び動作について、図2乃至図7を用いて説明する。

【0062】図2にその縦断面図を示すように、実施形態の補正手段としての液晶パネル10は、液晶分子Mを含む液晶10gを挟んで、当該液晶10gに所定の分子配向を与えるための配向膜10e及び10fが形成され、更に夫々の配向膜10e及び10fの外側にITO (Indium-tin Oxide; インジウム錫酸化物) 等によりなる第1電極としての透明電極10c及び第2電極としての透明電極10dが形成されている。そして、最外部には保護層としてのガラス基板10a及び10bが形成されている。

【0063】この構成において、夫々の透明電極10c及び10dは、後述するように、波面収差の分布に対応したパターン電極に分割されており、透明電極10cがラジアル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正するための電極であり、透明電極10dがタンジェンシャル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正するための電極である。

【0064】また、液晶10gは、図2に示すように液晶分子Mの光学軸方向とこれに垂直な方向とでその屈折率が異なる、いわゆる複屈折効果を有しているものが用

いられ、透明電極10c及び10dに印加する電圧値を変化させることにより、図2(a)乃至(c)に示すように、液晶分子Mの向きを水平方向から垂直方向まで自在に変えることができる。

【0065】このとき、CPU21は、上記各チルト検出信号Sp1又はSp2に基づいて、透明電極10c及び10dの各パターン電極毎に印加する駆動信号Sdv1又はSdv2を算出し、液晶パネル10に出力する。

【0066】次に、各透明電極10c及び10dの構成について、図3を用いて説明する。

【0067】始めに、透明電極10cは、図3(a)に示すように線対称に配置された五つのパターン電極30a、30b、31a、31b及び32に分割されており、夫々のパターン電極は相互に絶縁されている。また、これらのパターン電極のうち、パターン電極30aと30bが同一の駆動信号Sdv1により駆動され、更にパターン電極31aと31bが同一の駆動信号Sdv1により駆動される。なお、透明電極10cが図3(a)に示す形状に分割されているのは、パターン電極の形状(すなわち、独立して駆動制御される領域の区分)を後述するラジアル方向に発生する波面収差の分布と略同一の形状とするためである。また、透明電極10c全体の大きさとしては、光ビームBの当該透明電極10cへの入射範囲SPが、図3(a)に示す範囲となるような大きさとされる。

【0068】一方、透明電極10dは、図3(b)に示すように線対称に配置された五つのパターン電極40a、40b、41a、41b及び42に分割されており、夫々のパターン電極は相互に絶縁されている。また、これらのパターン電極のうち、パターン電極40a\*30

$$W_{tlt}(r, \phi) \approx \omega_{31} \times r^3 \times \cos \phi + \omega_{11} \times r \times \cos \phi \quad \dots (1)$$

ここで、 $\omega_{31}$ 及び $\omega_{11}$ は光ディスク5のチルト角、基板の厚さ、基板の屈折率及び対物レンズ4の開口径(N.A)で与えられる定数であり、 $\omega_{31}$ はコマ収差、 $\omega_{11}$ は像点の移動による収差を表している。この数式を用いて瞳面での波面収差分布を計算した結果が、後述する図4により示される波面収差分布(ラジアル方向のチルト角※

\*と40bが同一の駆動信号Sdv2により駆動され、更にパターン電極41aと41bが同一の駆動信号Sdv2により駆動される。なお、透明電極10dが図3(b)に示す形状に分割されているのは、透明電極10cの場合と同様に、パターン電極の形状を後述するタンジェンシヤル方向に発生する波面収差の分布と略同一の形状とするためである。また、透明電極10d全体の大きさとしては、光ビームBの当該透明電極10dへの入射範囲SPが、図3(b)に示す範囲となるような大きさとされる。

【0069】次に、液晶パネル10による光ディスク5のチルト角に起因する波面収差の補正の原理及び上記各パターン電極の形状の決定要因について、図3乃至図5を用いて説明する。なお、以下の説明は、ラジアル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正する場合(すなわち、透明電極10cに駆動信号Sdv1を印加して波面収差を補正する場合)について説明するものである。

【0070】まず、対物レンズ4の瞳面における波面収差を $W(r, \phi)$ とする。ここで、 $(r, \phi)$ は瞳面の極座標である。

【0071】今、光ディスク5が光ビームBの軸に対して傾いた場合(すなわち、チルト角が発生した場合)には、上述のように波面収差(主としてコマ収差)が発生し、対物レンズ4により光ビームBを絞ることができなくなる。この場合に、チルト角に起因して発生する波面収差 $W_{tlt}(r, \phi)$ のうち、その大部分を占めるのは、下記式(1)で表される波面収差である。

【0072】

【数1】

※に起因する波面収差分布)に対応する。

【0073】また、瞳面上の波面収差 $W(r, \phi)$ の標準偏差を $W_{rms}$ とすると、当該 $W_{rms}$ は下記式(2)により表される。

【0074】

【数2】

$$W_{rms} = \sqrt{\frac{\iint (W(r, \phi) - W_0)^2 r dr d\phi}{\pi}} \quad \dots (2)$$

ここで、式(2)中の $W_0$ は $W(r, \phi)$ の瞳面上の平均値である。この $W_{rms}$ は、波面収差の評価に用いられ、 $W_{rms}$ を小さくすれば波面収差の影響が少なく良好な再生を行うことができる。

【0075】ところで、式(2)から明らかなように、波面収差を補正するには $W(r, \phi)$ を小さくすればよい。そこで、光ディスク5がそのラジアル方向に傾いたことにより発生した $W_{tlt}(r, \phi)$ を補正するため

に、液晶パネル10の透明電極10cにおける各パターン電極に印加される駆動信号Sdv1を制御して、あるパターン電極に対応する液晶10gの領域の屈折率を $\Delta n$ だけ変化させたとすると、この屈折率の変化により当該パターン電極に対応する領域を通過する光ビームBに対して光路差 $\Delta n \times d$ ( $d$ は液晶10gの厚さ)を与えることができる。

【0076】そして、液晶10gで与えられる光路差を



$W_{lc}(r, \phi)$  とすると、液晶パネル 10 を配置したときの対物レンズ 4 の瞳面における波面収差  $W(r, \phi)$  は以下に示す式 (3) で表される。

$$W(r, \phi) = W_{tlt}(r, \phi) + W_{lc}(r, \phi) \quad \cdots (3)$$

この式 (3) から明らかなように、光ディスク 5 のチルト角に起因する波面収差  $W(r, \phi)$  を打ち消すには、

【数 4】

$W(r, \phi) = W_{tlt}(r, \phi) + W_{lc}(r, \phi) = 0$  とすれば良い。すなわち、液晶 10 g により光ディスク 5 のチルト角に起因する波面収差  $W_{tlt}(r, \phi)$  に対して逆極性の波面収差、つまり、

【数 5】  $W_{lc}(r, \phi) = -W_{tlt}(r, \phi)$

となる波面収差  $W_{lc}(r, \phi)$  を光ビーム B に与えればよいことがわかる。

【0078】従って、液晶 10 g により光ディスク 5 のチルト角に起因する波面収差  $W_{tlt}(r, \phi)$  に対して逆極性の波面収差  $W_{lc}(r, \phi)$  を与えるためには、図 4 で示された光ディスク 5 のラジアル方向のチルト角に起因する波面収差分布に対応して液晶 10 g を分割するようにパターン電極を設け、各パターン電極に対応する領域への印加電圧を、チルト角に起因する波面収差に対して逆極性の波面収差を与えるように制御すればよい。

【0079】ここで、図 4 は、当該ラジアル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差分布を対物レンズ 4 の瞳面上で見た状態を示すものである。より具体的には、図 4 は、光ディスク 5 の記録面がラジアル方向に  $+1^\circ$  傾いた場合の光スポットの最良像点における波面収差分布を、入射する光ビーム B の最大領域の範囲内において表した図であり、当該波面収差分布を、波面収差の値が  $-25 \text{ nm} \sim +25 \text{ nm}$  の範囲を有する領域 A を中心として  $50 \text{ nm}$  の範囲幅を有する領域 A 乃至 K の境界線によって表している。そして、図 4 中の X2-X2 は、光ディスク 5 の傾く方向に対応した軸（すなわち、ラジアル方向）である。なお、図 5 において、当該波面収差分布を X2-X2 軸上における分布特性で表している。

【0080】また、波面収差の分布自体はチルト角の大きさに基づき一定の分布をしており、チルト角の大きさにより変化するのは波面収差量である。この点を図 5 を用いて説明すると、図 5 に示す曲線のピーク値はチルト角が大きくなれば高くなり、チルト角が小さくなれば低くなる。

【0081】本実施形態では、この波面収差の分布に着目して、実施形態の透明電極 10 c の分割形状を図 4 の波面収差分布に類似した形状とし、各パターン電極に対応する領域の液晶 10 g により、生じている波面収差  $W_{tlt}(r, \phi)$  を打ち消すように光ビーム B に位相差を与えて、チルト角に起因する波面収差  $W_{tlt}(r, \phi)$  の影響を再生に影響のない範囲まで減少させているのである。すなわち、液晶 10 g の各分割領域（各パターン電極に対応する分割領域）毎に電圧制御を行うことで液

\* 【0077】

【数 3】

晶分子 M の向きを変化させ、各分割領域の屈折率を変えることにより光ビーム B に位相差を与えてディスク 5 の傾斜時に発生する波面収差  $W_{tlt}(r, \phi)$  を補正するのである。

【0082】以上説明したように、図 3 (a) に示す各パターン電極は、光ディスク 5 の記録面がラジアル方向に  $+1^\circ$  傾いた場合の波面収差分布（図 4 参照）に基づいてその形状が設定されたものであり、透明電極 10 c は、波面収差を 5 つの値で近似した場合に対応する 5 つのパターン電極を有している。

【0083】なお、パターン電極 32 に対応する領域は波面収差の値が 0 となる領域を含む領域であり、パターン電極 31 b に対応する液晶 10 g の領域とパターン電極 30 b に対応する液晶 10 g の領域は対称的な形状であり、透過する光ビーム B に与える位相差の値は逆極性となっている。更に、パターン電極 30 a に対応する液晶 10 g の領域とパターン電極 31 a に対応する液晶 10 g の領域は対称的な形状であり、透過する光ビーム B に与える位相差の値は逆極性となっている。

【0084】なお、液晶 10 g の分割数（すなわち、上記パターン電極の数）を更に多くして液晶 10 g を細分化すれば、完全に光ディスク 5 のチルト角に起因する波面収差を打ち消すことができるが、そのために、例えば液晶 10 g を基盤目状に分割することにより分割数を多くすると、一の当該区分領域毎に駆動信号を制御して印加する必要があり、そのためには、透明電極 10 c を各区分領域に分割して作成しなければならず、透明電極 10 c の作成及び引き出し線等の配線を作成するが困難となる。

【0085】そこで、本発明の液晶パネル 10 においては、透明電極 10 c の分割形状を、先に示した図 3

(a) のように波面収差分布に類似した分割形状にすることにより、容易に作成可能であり、且つ当該波面収差を効率的に補正することができるように構成している。

【0086】また、上述した図 2 乃至図 5 による説明では、光ディスク 5 のラジアル方向に生じた波面収差を補正する場合について説明したが、光ディスク 5 のタンジェンシャル方向に生じた波面収差を補正する場合については、透明電極 10 c のパターン電極の形状等の内容を  $90^\circ$  回転させて適用すれば、タンジェンシャル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を透明電極 10 d を使用して補正する場合に対応する。従って、透明電極 10 d における各パターン電極 40 a、40 b、41 a、41 b 及び 42 の形状についても、タンジェンシャル方向に平行な対称軸を対象とした波面収差分布（図 4 における X2-X2 軸をタンジェンシャル方向とした場合の波面

収差分布)に類似した形状とされている。

【0087】次に、各透明電極10c及び10dに対する駆動信号Sdv1及びSdv2の印加による液晶10gの駆動について、図6及び図7を用いて説明する。なお、以下の説明は、光ディスク5のタンジェンシャル方向に生じている波面収差のみを補正するための実施形態を説明するものであり、光ディスク5のラジアル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差については無補正としている。すなわち、ラジアル方向のチルト角が0度であり、タンジェンシャル方向のチルト角のみがディスク上に存在している場合についての実施形態である。

【0088】なお、以後の実施形態では、透明電極10c(ラジアル方向の波面収差を補正するための電圧を印加するための電極)に印加される駆動信号Sdv1を基準として説明を行う。

【0089】更に、図6は各透明電極10c及び10dを構成するパターン電極に印加される駆動信号Sdv1及びSdv2の波形を示すものであり、図7はタンジェンシャル方向のチルト角が変化した場合の各パターン電極に対する駆動信号Sdv1及びSdv2の変化を示すものである。

【0090】図6に示すように、タンジェンシャル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差のみを補正する場合には、透明電極10cにおける各パターン電極には、液晶10gに与える電位差の基準を示すものとして、夫々のパターン電極に同一の駆動信号Sdv1が印加される。すなわち、パターン電極30a、30b、31a、31b及び32の夫々に図6最上段乃至上から三段目に示す波形の駆動信号Sdv1が印加されるのである。この駆動信号Sdv1は、ラジアル方向のチルト角が0度のときに透明電極10cに印加される駆動信号に相当する。

【0091】なお、図6最上段乃至上から三段目に示す駆動信号Sdv1は、それが印加されたとき、液晶パネル10を透過する光ビームの全領域に対して同一である基準の位相差を与え、光ビームの波面を変化させない、すなわち、ガラス板を光ビームが通過するのと同じ効果を有する位相差を与える駆動信号Sdv1である。更に、ラジアル方向及びタンジェンシャル方向のチルト角が共に0度であるときは、透明電極10cには上記の駆動信号Sdv1が夫々のパターン電極毎に印加され、一方、透明電極10dの全てのパターン電極は接地される。

【0092】これに対して、タンジェンシャル方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を補正するための透明電極10dには、図6上から四段目及び最下段に示す波形の駆動信号Sdv2が印加される。

【0093】ここで、図6上から四段目及び最下段に示す駆動信号Sdv2は、透明電極10dにおけるパターン電極40a及び40bに対応する液晶10gの領域ではチルト角に起因する波面収差を補正するために光ビームBに与える位相差を減少させる必要があり、パターン電極

41a及び41bに対応する液晶10gの領域ではチルト角に起因する波面収差を補正するために光ビームBに与える位相差を増加させる必要があるようなチルト角がタンジェンシャル方向に発生している場合に印加される駆動信号Sdv2である。

【0094】このとき、パターン電極41a及び41bに対応する液晶10gの領域では光ビームBに与える位相差を上記基準の位相差より大きくする必要があり、当該領域の液晶10gに印加される電位差を大きくする必要がある。よって、図6上から四段目に示すように、パターン電極41a及び41bに対しては、上記駆動信号Sdv1とは逆相の駆動信号Sdv2が印加される。

【0095】これに対して、パターン電極40a及び40bの領域では、光ビームBに与える位相差を上記基準の位相差より小さくする必要があり、この領域の液晶10gに印加される電位差を小さくする必要がある。よって、図6最下段に示すように、パターン電極40a及び40bに対しては、上記駆動信号Sdv1と同相の駆動信号Sdv2が印加される。

【0096】このように、パターン電極41a及び41bに対して駆動信号Sdv1と逆相の駆動信号Sdv2が印加されると共に、パターン電極40a及び40bに対して駆動信号Sdv1と同相の駆動信号Sdv2が印加されることにより、液晶10gに対して、波面収差を補正するのに必要な位相差を光ビームに与えるために必要な電位差が生じさせられるのである。

【0097】一方、パターン電極41a及び41b並びに40a及び40bに与える駆動信号Sdv2の電圧は、後述するように、チルト検出信号Sp2に基づいてCPU21において算出された液晶10gにより光ビームBに与えるべき位相差に対応して設定される。

【0098】具体的には、チルト角が大きくなれば波面収差の補正に必要な位相差が大きくなるため、液晶10gに印加される電位差を大きくする必要があり、駆動信号Sdv2の振幅が大きくなる。逆にチルト角が小さくなれば、波面収差の補正に必要な位相差が小さくなり、液晶10gにかかる電位差は小さくてよいので、駆動信号Sdv2の振幅は小さくなる。ここで、夫々の振幅の最大値と最小値の差が液晶10gにかかる電位差となる。

【0099】なお、パターン電極42については常に接地されている。これは、パターン電極42の領域におけるチルト角に起因する波面収差量が小さく、補正する必要がないからである。

【0100】次に、タンジェンシャル方向のチルト角が変化した場合に、透明電極10dの各パターン電極に印加される駆動信号Sdv2がどのように変化するかにについて図7を用いて説明する。

【0101】なお、図7は、タンジェンシャル方向のチルト角が零の場合(光ビームBの光軸と光ディスク5の情報記録面とのなす角度が直角である理想の場合)

と、チルト角が正負いずれかの方向に変化した場合とについて、夫々、透明電極10c又は10dに含まれる各パターン電極に印加される駆動信号Sdv1及び駆動信号Sdv2の波形の変化（図7最上段乃至上から3段目）

と、実際に液晶10gのパターン電極40a、40b、41a及び41bに対応する領域に加えられる電位差の変化（すなわち、各パターン電極に対応する領域を通過した光ビームBに与えられる位相差の大きさの変化。図7上から4段目乃至最下段）を示したものである。また、図7における太い両矢印は、チルト角の変化（右が正、左が負、中央がチルト角零）を示している。

【0102】ここで、チルト角の正負の定義については、パターン電極40a及び40bに対応する光スポットSP内の領域に負の波面収差が生じるチルト角を正とし、逆にパターン電極40a及び40bに対応する光スポットSP内の領域に正の波面収差が生じるチルト角を負とする。

【0103】まず、チルト角が零の場合を見てみると、この場合には、パターン電極40a、40b、41a及び41bには、いずれも駆動信号Sdv2は印加されない。この結果、液晶10gに印加される電圧は駆動信号Sdv1によるものだけとなり、よって、液晶10gに加えられる電位差も当該駆動信号Sdv1に起因するものだけとなって通過する光ビームBには光スポットSP内の全ての領域に上記基準の位相差が与えられ、光ビームBの波面が変化されることなく液晶パネル10を透過透過して光ディスク5に到達する。

【0104】次に、光ディスク5の情報記録面が傾くことにより、チルト角が正の方向に増加したとすると、これを検出したチルト検出信号Sp2に基づいて、図7中最上段及び上から二段目の右側に夫々示すような波形の駆動信号Sdv2がパターン電極40a及び40b並びに41a及び41bに印加される。

【0105】すなわち、この場合には、透明電極10dのパターン電極40a及び40bに対応する液晶10gの領域では、波面収差をタンジェンシャル方向のチルト角に起因する波面収差分布に基づいて補正するために、上記基準の位相差よりも大きい位相差を与える必要がある。つまり、パターン電極40a及び40bに対応する液晶10gの領域には基準の位相差を発生させる電位差より大きい電位差を印加する必要がある。よって、パターン電極40a及び40bには、図7上から二段目の右側に示すように、対向している透明電極10cに印加されている駆動信号Sdv1に対して逆相の駆動信号Sdv2が印加される。

【0106】一方、透明電極10dのパターン電極41a及び41bに対応する液晶10gの領域では、波面収差をタンジェンシャル方向のチルト角に起因する波面収差分布に基づいて補正するために、上記基準の位相差よりも小さい位相差を与える必要がある。つまり、パターン

電極41a及び41bに対応する液晶10gの領域には、基準の位相差を発生させる電位差より小さい電位差を印可する必要がある。そこで、パターン電極41a及び41bには、図7最上段の右側に示すように、対向している透明電極10cに印加されている駆動信号Sdv1に対して同相の駆動信号Sdv2が印加される。

【0107】そして、この時でも、透明電極10cにおける各パターン電極には共通的に図7中上から三段目に示される波形の駆動信号Sdv1が印加されているので、結果として、液晶10gのパターン電極41a及び41bに対応する領域に加えられる電位差は図7中上から四段目の右側に示すような小さな振幅を有するものとなり、一方、液晶10gのパターン電極40a及び40bに対応する領域に加えられる電位差は図7中上から最下段の右側に示すような大きな振幅を有するものとなる。

【0108】従って、液晶10gによりパターン電極41a及び41bに対応する領域を通過した光ビームBに与えられる位相差は小さくなり、また、パターン電極40a及び40bに対応する領域を通過した光ビームBに与えられる位相差は大きくなる。これにより、正の方向に生じているチルト角による波面収差を補正すべき位相差が光ビームBに与えられることとなる。

【0109】なお、チルト角が負の方向に生じている場合については、上述の同様の理論により、パターン電極40a及び40bには、図7上から二段目の左側に示すように、対向している透明電極10cに印加されている駆動信号Sdv1に対して同相の駆動信号Sdv2が印加される。また、パターン電極41a及び41bには、図7最上段の左側に示すように、対向している透明電極10cに印加されている駆動信号Sdv1に対して逆相の駆動信号Sdv2が印加される。

【0110】このように、光ディスク5のタンジェンシャル方向のチルト角を検出したチルト検出信号Sp2に基づいて透明電極10dにおける各電極パターンに印加される駆動信号Sdv2の波形が変化し、これにより、光ビームBに対して与えられる位相差が液晶10gの領域によって異なるので、当該チルト角に起因する波面収差を打ち消してこれを補正することができる。

【0111】以上説明したように、第1実施形態の液晶パネル10の動作によれば、液晶10gにおける光ビームBが通過する両面に夫々透明電極10c及び10dが形成されると共に、チルト検出信号Sp2に基づいて透明電極10dに対して角度の変化に対応した振幅を有する駆動信号Sdv2が印加され、液晶10gに係る電位差が、チルト角に起因する波面収差を補正する位相差を光ビームに与える電位差となるように透明電極10c及び10dの各パターン電極に印加する電圧を制御している。従って、チルト検出信号Sp2に対応して液晶10gに加えられる電位差が変化することとなり、一の液晶10gにより小型且つ簡易な構成で波面収差を補正するこ

とができる。

【0112】また、透明電極10dが光ディスク5におけるタンジェンシャル方向に生じる波面収差分布に対応した形状を有する複数のパターン電極40a、40b、41a、41b及び42により構成されていると共に、各パターン電極の領域にチルト角に起因する波面収差を補正するための位相差を発生させるための駆動信号が独立に印加されるので、各パターン電極の位置に応じて液晶10gに加えられる電位差が異なることとなり、光ディスク5のタンジェンシャル方向に生じる波面収差を効果的に補正することができる。

【0113】更にまた、波面収差が補正された光ビームBを用いて光ディスク5上の記録情報が再生されるので、正確に記録情報を再生することができる。

【0114】なお、上述の液晶パネル10を用いて、ラジアル方向のチルト角に起因する波面収差のみを補正する場合（タンジェンシャル方向のチルト角が0度でありラジアル方向のチルト角のみが存在するのと同じ場合）について説明すると、この場合には、透明電極10cの各パターン電極の領域には、後述の図10の最上段乃至上から3段目に示したようなチルト検出信号Sp1に基づく駆動信号が印加されると共に、透明電極10dの全てのパターン電極は接地される。

【0115】これにより、パターン電極32に対応する液晶10gの領域には上記基準の位相差を光ビームBに対して与えるような電位差が生じ、また、パターン電極30a及び30bに対応する液晶10gの領域には上記基準の位相差より大きい位相差が与える電圧差が生じる。更に、パターン電極31a及び31bに対応する液晶10gの領域には上記基準の位相差より小さい位相差が与える電位差が生じる。

【0116】よって、上述のタンジェンシャル方向のチルト角に起因する波面収差の場合と同様に、液晶パネル10を透過する光ビームBにラジアル方向のチルト角に起因する波面収差を補正するための位相差を与えることができる。

#### 【0117】(III) 第2実施形態

次に、本発明に係る他の実施形態である第2実施形態について、図8乃至図13を用いて説明する。

【0118】上述した第1実施形態は、光ディスクのラジアル方向に発生する波面収差又はタンジェンシャル方向に発生する波面収差のいずれか一方のみを補正する場合について説明したが、本第2実施形態は、当該二つの波面収差を同時に補正する場合に実施形態である。なお、液晶10gに印加される電位差の制御以外の構成及び動作は第1実施形態の情報再生装置Sと同様であるので細部の説明は省略する。

【0119】実際の光ディスク5においては、ラジアル方向又はタンジェンシャル方向のいずれか一方のみにチルト角が生じていることは希であり、ほとんどの場合、タ

ンジェンシャル方向とラジアル方向の双方にチルト角が生じている。そして、その場合には、光ディスク5においては、図8に示すように、タンジェンシャル方向とラジアル方向の双方の成分の波面収差を合成した波面収差が発生する。なお、図8は、タンジェンシャル方向とラジアル方向に同じ大きさのチルト角が発生している場合の波面収差の分布であり、色の濃い領域ほど大きい波面収差が発生していることを示している。

【0120】従って、真に良好な情報再生を実行しようとする、この二つの方向に生じている波面収差を同時に補正することが必要である。

【0121】このため、第2実施形態においては、夫々の透明電極10c及び10d（同一形状のパターン電極（パターン電極30a、30b、31a、31b及び32並びにパターン電極40a、40b、41a、41b及び42）を備え、相互に90°回転した関係で液晶10gの両面に形成されている。）に含まれている各パターン電極毎にチルト検出信号Sp1及びSp2に基づいて生成された駆動信号Sdv1及びSdv2を印加し、これにより、各パターン電極により区分される液晶10gの領域毎に異なる位相差を光ビームBに与えて二つの方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を同時に補正することとしている。

【0122】ここで、液晶10gで光ビームBに与えるべき位相差は、ラジアル方向のチルト角に起因する波面収差を補正するために必要な位相差とタンジェンシャル方向のチルト角に起因する波面収差を補正するために必要な位相差との和である。よって、液晶10gに上記の2種類の位相差の和に相当する位相差を光ビームに与えるような電位差を生じさせるように、透明電極10c及び10dの各パターン電極に印加する駆動信号Sdv1及び駆動信号Sdv2を後述するように制御する。

【0123】すなわち、液晶10gは、透明電極10c及び10dの各パターン電極に対応する領域が合成されることにより、見かけ上図9に示すような領域に区分される。ここで、図9は液晶パネル10を光ビームBの透過方向から見た平面図である。

【0124】図9に示すように、液晶10gは、パターン電極41bと31bが平面的に重複している領域に対応する区分領域50aと、パターン電極42と31bが平面的に重複している領域に対応する区分領域50bと、パターン電極40bと31bが平面的に重複している領域に対応する区分領域50cと、パターン電極40bと32が平面的に重複している領域に対応する区分領域50dと、パターン電極40bと30bが平面的に重複している領域に対応する区分領域50eと、パターン電極42と30bが平面的に重複している領域に対応する区分領域50fと、パターン電極41bと30bが平面的に重複している領域に対応する区分領域50gと、パターン電極41bと32が平面的に重複している領域

に対応する区分領域50hと、パターン電極42と32が平面的に重複している領域に対応する区分領域50iと、パターン電極41aと32が平面的に重複している領域に対応する区分領域50jと、パターン電極41aと31aが平面的に重複している領域に対応する区分領域50kと、パターン電極42と31aが平面的に重複している領域に対応する区分領域50lと、パターン電極40aと31aが平面的に重複している領域に対応する区分領域50mと、パターン電極40aと32が平面的に重複している領域に対応する区分領域50nと、パターン電極40aと30aが平面的に重複している領域に対応する区分領域50oと、パターン電極42と30aが平面的に重複している領域に対応する区分領域50pと、パターン電極41aと30aが平面的に重複している領域に対応する区分領域50qと、に区分される。

【0125】そして、例えば図8に示す分布の波面収差（タンジェンシャル方向とラジアル方向で等しい大きさのチルト角が発生しているときの波面収差）を補正する場合には、図10に示すように、チルト検出信号Sp1及びSp2に基づいて、パターン電極32には図10最上段に示す波形の駆動信号Sdv1を印加し、パターン電極30a及び30bには図10上から二段目に示す波形の駆動信号Sdv1を印加し、パターン電極31a及び31bには図10上から三段目に示す波形の駆動信号Sdv1を印加する。このとき、透明電極10cの各パターン電極に印加される駆動信号Sdv1の電圧値の関係については、ラジアル方向のチルト角に起因する波面収差を補正すべく光ビームBに与える位相差を生じさせるための電位差を液晶10gに生じさせるように、

【数6】パターン電極30a及び30bに印加する駆動信号Sdv1 > パターン電極32に印加する駆動信号Sdv1 > パターン電極31a及び31bに印加する駆動信号Sdv1とする。

【0126】更に、各パターン電極に印加される駆動信号Sdv1は夫々同相とされる。

【0127】一方、透明電極10dにはタンジェンシャル方向のチルト角に起因する波面収差を補正すべく光ビームBに与える位相差を生じさせるための駆動信号Sdv2が印加される。すなわち、パターン電極41a及び41bには図10上から四段目に示す波形の駆動信号Sdv2を印加し、パターン電極40a及び40bには図10最下段に示す波形の駆動信号Sdv2を印加する。

【0128】なお、このとき、パターン電極41a及び41bに印加する駆動信号Sdv2は、第1実施形態で述べた基準の位相差よりも大きい位相差を与える必要があるため駆動信号Sdv1と逆相とし、パターン電極40a及び40bに印加する駆動信号Sdv2は、第1実施形態で述べた基準の位相差よりも小さい位相差を与える必要があるため駆動信号Sdv1と同相とされる。

【0129】また、パターン電極42については、第1実施形態と同様に接地する。

【0130】以上の駆動信号Sdv1及びSdv2の印加により、上記液晶10gの各区分領域50a乃至50qには、図11に示す大きさの電位差が加えられ、従って、各区分領域により図11に示す関係を有する大きさの位相差が夫々の区分領域を通過する光ビームBに与えられることとなる。

【0131】なお、接地されているパターン電極42に対して平面的に重複している区分領域50b、50i、50p、50f及び50lについては、対向しているパターン30a、30b、31a、31b及び32に印加されている駆動信号Sdv1のみによる位相差が与えられる。

【0132】これにより、区分領域50g及び50qを通過する光ビームBが最も多く位相差が与えられ、区分領域50h、50j、50p及び50fを通過する光ビームBが次に多く位相差が与えられ、区分領域50o、50e、50a、50k及び50iを通過する光ビームBがその次に多く位相差が与えられ、区分領域50n、50d、50l及び50bを通過する光ビームBが二番目に少ない位相差が与えられ、区分領域50m及び50cを通過する光ビームBが最も少ない位相差が与えられる。

【0133】この結果、図8の状態で発生していた波面収差は、図12に示す状態まで低減することが可能となる。なお、図12においても、色の濃い領域ほど大きい波面収差が発生していることを示している。

【0134】ここで、ラジアル方向とタンジェンシャル方向の双方にチルト角が発生している場合に、いずれか一方の方向のみの波面収差を補正する場合と両方向に発生している波面収差を同時に補正した場合とを比較すると、光ディスク5上の光スポット内のある一点における波面収差の大きさについては、図13に示すように、両方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を同時に補正した場合が全体としての波面収差の大きさは最も小さくなる。

【0135】以上説明したように、第2実施形態の液晶パネル10の動作によれば、第1実施形態の効果に加えて、透明電極10cが光ディスク5におけるラジアル方向に生じる波面収差分布に対応した形状を有する複数のパターン電極30a、30b、31a、31b及び32により構成されていると共に、チルト検出信号Sp1に基づき隣接するパターン電極30a、30b、31a、31b及び32に対して図10に示す電圧値の駆動信号Sdv1を印加するので、駆動信号Sdv1により光ディスク5のラジアル方向に発生する波面収差が補正されることとなり、一の液晶10gを用いて、光ディスク5におけるタンジェンシャル方向に発生する波面収差とそのラジアル方向に発生する波面収差とを同時に補正することがで

きる。

【0136】また、各駆動信号がパルス信号であっても、光ビームBに対して必要な位相差を与えるだけの電位差を液晶10gに与えることができる。

【0137】更に、上記各実施形態においては、液晶10gの両面の透明電極10c及び10dを夫々に5つのパターン電極により構成した場合について説明したが、これ以外に、図14(a)に示すパターン電極60a乃至60eに分割された透明電極60と、図14(b)に示すパターン電極61a乃至61eに分割された透明電極61とを液晶10gの両面に中心軸を同じ方向として夫々形成するようにすれば、一方の方向に生じている波面収差のみに対して、図14(c)に示す区分領域70a乃至70iの夫々毎に異なる位相差を与えて当該波面収差を補正することができることとなり、図4に示す波面収差の分布により近い形で当該波面収差を補正することができる。

【0138】更に図14(a)及び(b)に示す透明電極60及び61を絶縁して重ねたものを液晶10gの一面に形成し、これに対向して同様の構成の透明電極を90°回転させて液晶10gの他の面に形成すれば、タンジェンシャル方向とラジアル方向の両方の波面収差をより正確且つ同時に補正することができる。

【0139】更にまた、上述の実施形態においては、パターン電極に印加するパルス波形の位相を逆相として所望の電位差を液晶10gを駆動する構成としたが、本発明は、これ以外に、二つの方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を一つの液晶10gにて補正するに際し、各方向の光軸の傾斜に起因する波面収差を同時に補正するために必要な電位差が当該液晶10gに与えられる構成に対して広く適用することができる。

#### 【0140】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、第1波面収差と第2波面収差を一の補正手段で補正できるので、一の補正手段を備えた小型且つ簡易な構成の収差補正装置により二つの独立した波面収差を補正することができる。

【0141】従って、小型の収差補正装置により光ビームの波面収差を補正しつつ記録媒体に照射して記録情報を再生することができる。

【0142】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加えて、第1電極と第2電極により補正手段に与えられる電位差により光ビームに与えられる位相差が、第1の波面収差を補正するために必要な位相差と第2波面収差を補正するために必要な位相差との和となるように第1電圧及び第2電圧を印加するので、光ビームに対して必要な位相差を与えるだけの電位差を補正手段に与えることができる。

【0143】請求項3に記載の発明によれば、請求項1又は2に記載の発明の効果に加えて、光ビームに対して

必要な位相差を与えるだけの電位差を効果的に補正手段に与えることができる。

【0144】従って、効果的に波面収差を補正することができる。

【0145】請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の効果に加えて、第1駆動信号及び第2駆動信号がパルス信号であっても、光ビームに対して必要な位相差を与えるだけの電位差を補正手段に与えることができる。

10 【0146】請求項5に記載の発明によれば、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、光ビームと記録媒体のなす角度の変化によって発生する波面収差を効果的に補正することができる。

【0147】請求項6に記載の発明によれば、請求項1から5のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、ディスク状記録媒体のラジアル方向の傾斜に起因する波面収差とタンジェンシャル方向の傾斜に起因する波面収差とを同時に補正することができる。

20 【0148】請求項7に記載の発明によれば、請求項6に記載の発明の効果に加えて、第1電圧又は第2電圧のうちいずれか一方が記録媒体のラジアル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために補正手段に印加される電圧であり、第1電圧又は第2電圧のうちいずれか他方が記録媒体のタンジェンシャル方向の傾斜により発生する波面収差を補正するために補正手段に印加される電圧であるので、夫々の方向の波面収差を効果的に補正するように電圧を印加することができる。

30 【0149】請求項8に記載の発明によれば、請求項1から7のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、簡潔な方法で第1波面収差及び第2波面収差を補正することができる。

【0150】請求項9に記載の発明によれば、請求項1から8のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、収差補正装置により波面収差が補正された光ビームを用いて記録情報が再生されるので、正確に記録情報を再生することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の情報再生装置の概要構成を示すブロック図である。

40 【図2】液晶パネルの構成を示す縦断面図であり、(a)は液晶分子が水平状態の液晶を示す縦断面図であり、(b)は液晶分子が斜めの液晶を示す縦断面図であり、(c)は液晶分子が垂直の液晶を示す縦断面図である。

【図3】第1実施形態の透明電極の構成を示す平面図であり、(a)は第1の透明電極の構成を示す平面図であり、(b)は第2の透明電極の構成を示す平面図である。

【図4】波面収差の分布を示す平面図である。

50 【図5】波面収差の大きさを示す図である。

【図6】第1実施形態の各パターン電極に印加される駆動信号の波形を示すタイミングチャートである。

【図7】第1実施形態における液晶に加えられる電位差を示す図である。

【図8】タンジェンシャル方向とラジアル方向の双方にチルト角が生じている場合の波面収差分布を示す平面図である。

【図9】第2実施形態の液晶の区分領域を示す平面図である。

【図10】第2実施形態の各パターン電極に印加される駆動信号の波形を示すタイミングチャートである。

【図11】第2実施形態における液晶の区分領域毎の位相差を示す図である。

【図12】補正後の波面収差の分布を示す平面図である。

【図13】本発明により補正した波面収差とチルト角との関係を示す図である。

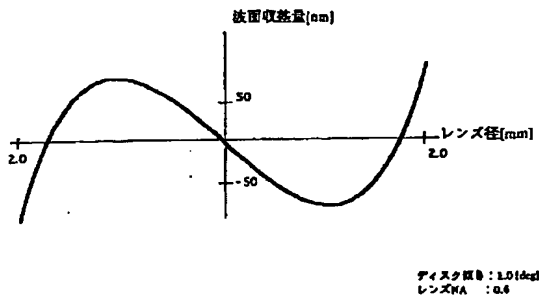
【図14】変形形態の透明電極の構成を示す平面図であり、(a)は第1の透明電極の構成を示す平面図であり、(b)は第2の透明電極の構成を示す平面図であり、(c)は夫々の透明電極により区分される液晶上の区分領域を示す平面図である。

#### 【符号の説明】

- 1…レーザダイオード
- 2…ハーフミラー
- 4…対物レンズ
- 5…光ディスク
- 6…集光レンズ
- 7…受光器

【図5】

波面収差の大きさ



\* 10…液晶パネル

11…ラジアル方向チルトセンサ

12…タンジェンシャル方向チルトセンサ

13…光ピックアップ

14…スピンドルモータ

20…再生制御部

21…CPU

22、25…A/D変換器

23、26…PWM回路

24、27…増幅器

Sr…検出信号

Sd…再生信号

Sdv1、Sdv2…駆動信号

Sp1、Sp2…チルト検出信号

10a、10b…ガラス基板

10c、10d、60、61…透明電極

10e、10f…配向膜

10g…液晶

30a、30b、31a、31b、32、40a、40

b、41a、41b、42、60a、60b、60c、

60d、60e、61a、61b、61c、61d、6

1e…パターン電極

50a、50b、50c、50d、50e、50f、5

0g、50h、50i、50j、50k、50l、50

m、50n、50o、50p、50q、70a、70

b、70c、70d、70e、70f、70g、70

h、70i…区分領域

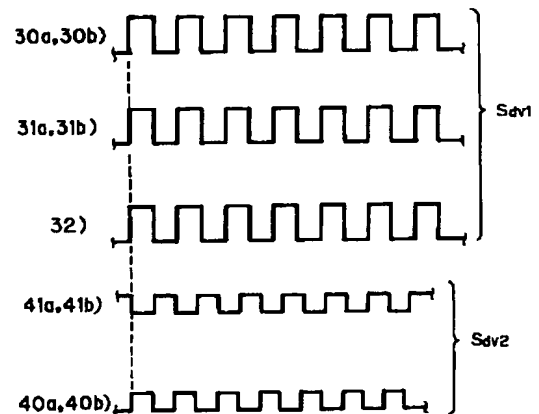
SP…光スポット

M…液晶分子

\*  
30

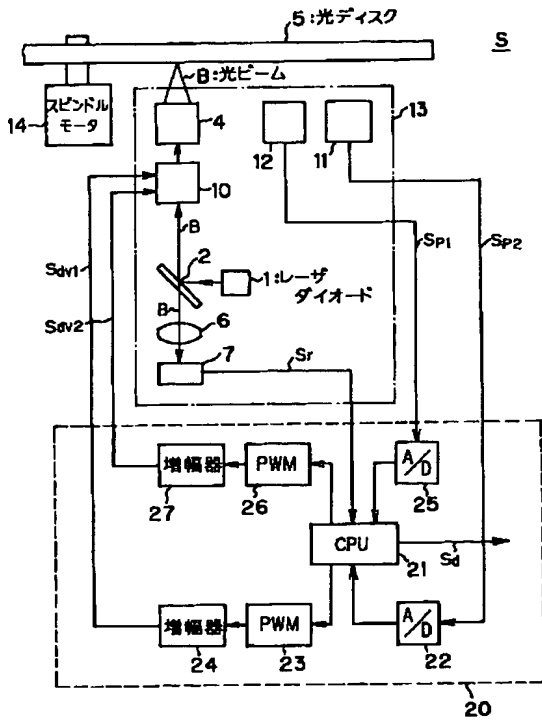
【図6】

第1実施形態の各パターン電極に印加される駆動信号の波形を示すタイミングチャート



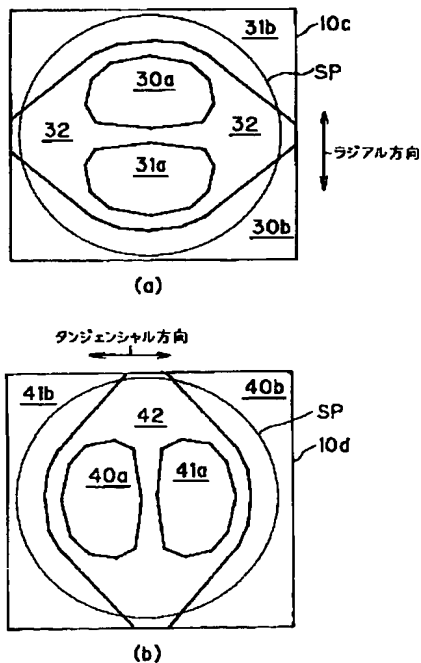
【図1】

実施形態の情報再生装置の概要構成を示すブロック図



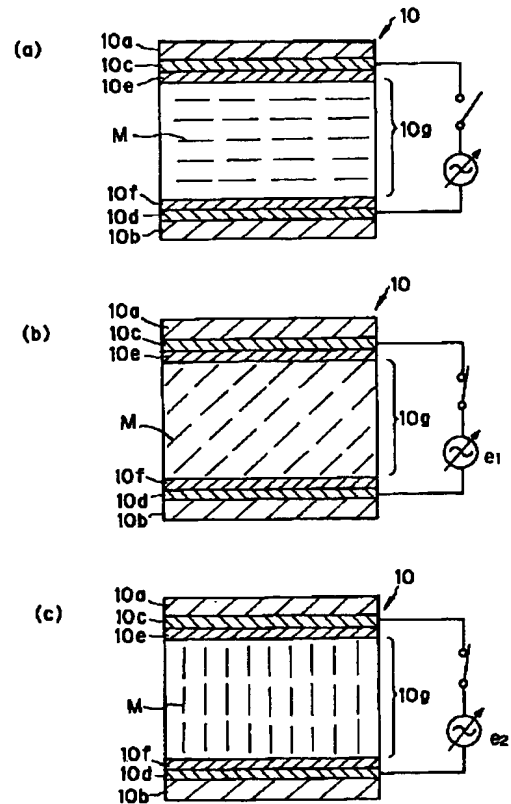
【図3】

第1実施形態の透明電極の構成を示す平面図



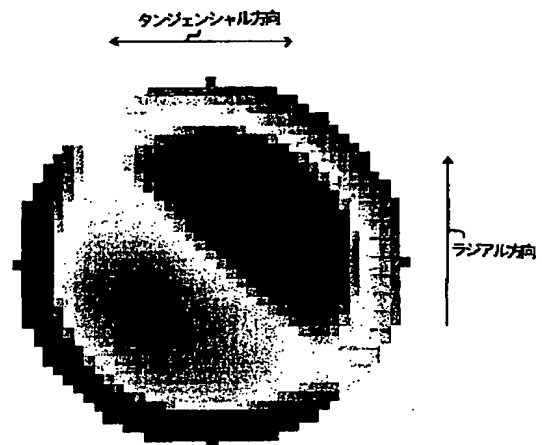
【図2】

液晶パネルの構成を示す縦断面図



【図8】

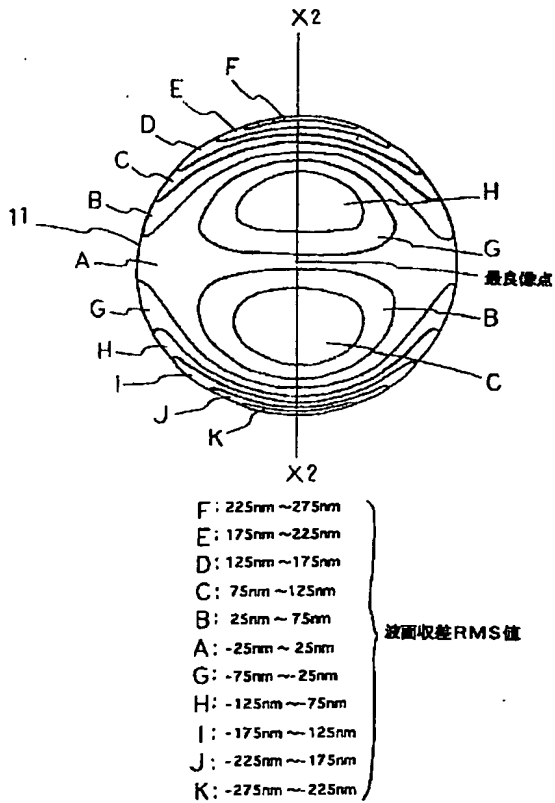
タンジェンシャル方向とラジアル方向の両方にチルト角が生じている場合の速度分布





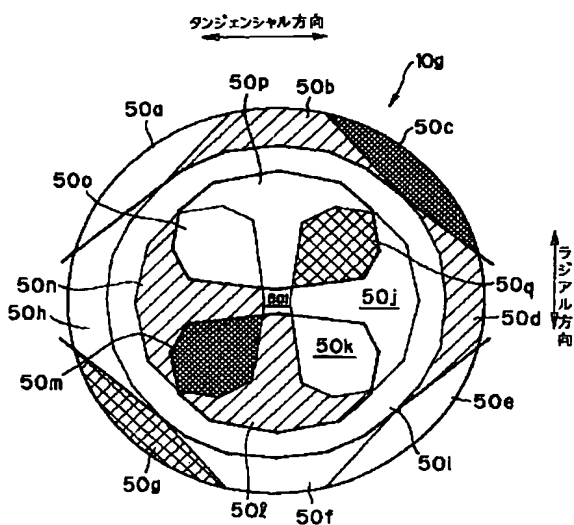
【図4】

波面収差の分布を示す平面図



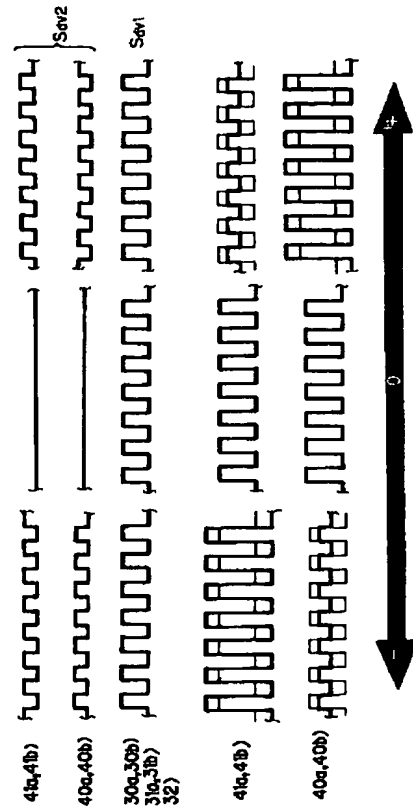
【図9】

第2実施形態の液晶素子の区分領域を示す平面図



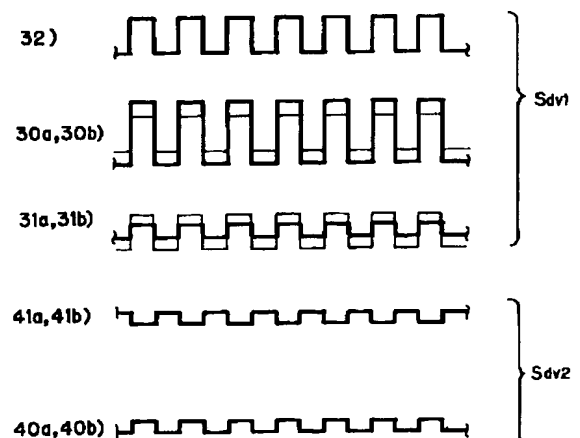
【図7】

第1実施形態における液晶素子に加えられる電位差



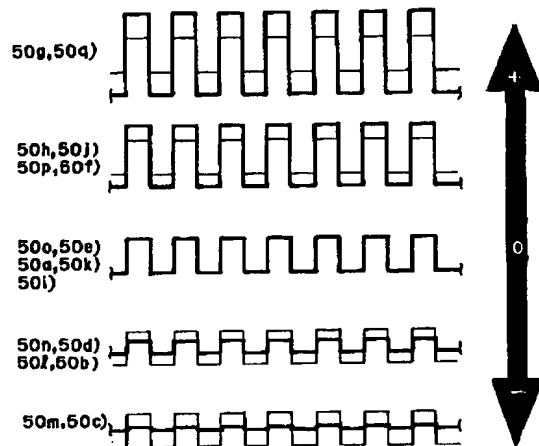
【図10】

第2実施形態の各パターン電極に印加される駆動信号の波形を示すタイミングチャート



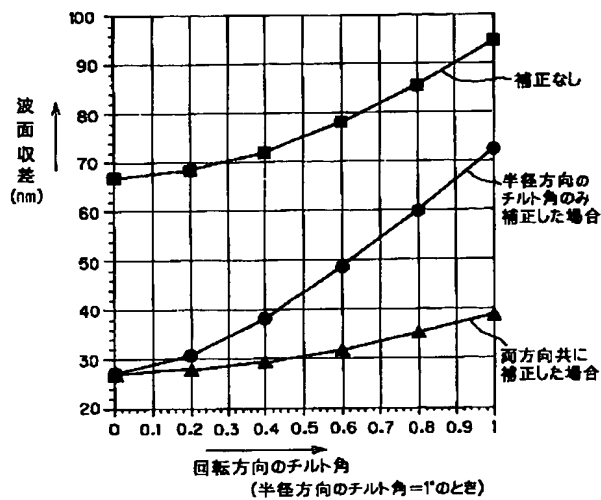
【図11】

第2実施形態における液晶素子の区分領域毎の位相差



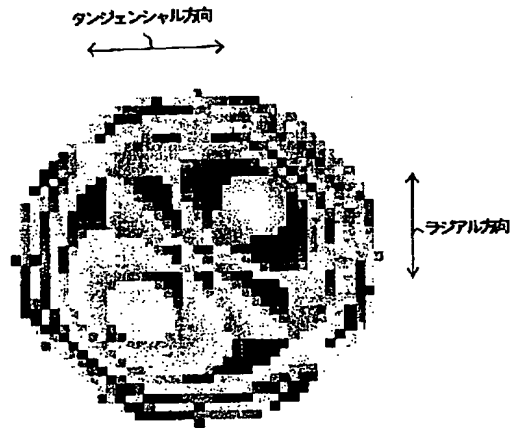
【図13】

本発明により補正した波面収差とチルト角との関係



【図12】

補正後の波面収差の分布を示す平面図



【図14】

変形形態の透明電極の構成を示す平面図

